






## Arrangement for ensuring uninterrupted current supply to an electrical consumer

**Patent number:** DE19538381  
**Publication date:** 1997-04-17  
**Inventor:** BERG NORBERT DR ING (DE); KOHLSTRUCK BERND  
DIPL ING (DE)  
**Applicant:** AEG ENERGIE TECHNIK GMBH (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H02J9/06; H02J11/00; H02J3/04; H01M8/22  
- **european:** H01M8/04H, H02J9/06B  
**Application number:** DE19951038381 19951014  
**Priority number(s):** DE19951038381 19951014

**Also published as:**

	WO9715106 (A1)
	EP0855098 (A1)
	US6011324 (A1)
	EP0855098 (B1)
	TR9800619T (T2)

**Abstract of DE19538381**

An arrangement is disclosed for ensuring an uninterrupted current supply to at least one electrical consumer which draws energy from an alternating voltage network and is supplied with energy in the event of a network failure by a fuel cell. The fuel cell (8) is connected at its electrical outputs to at least one current inverter (7) whose output is connected to the minimum of one alternating voltage consumer (1, 2) and to a branch containing a switch (4) on the consumer side of the switch; the switch is connected to an alternating voltage network (6) and is opened in the event of the voltage in the alternating voltage network falling below a predetermined level and closed if the alternating voltage is above that threshold; and the fuel cell operates in stand-by mode if the network voltage is above the threshold, and, if the voltage is below the threshold, in a mode in which the energy required by the consumer is supplied via the current inverter (7).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 38 381 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
H 02 J 9/06  
H 02 J 11/00  
H 02 J 3/04  
H 01 M 8/22

21 Aktenzeichen: 195 38 381.8  
22 Anmeldetag: 14. 10. 95  
43 Offenlegungstag: 17. 4. 97

DE 195 38 381 A 1

71 Anmelder:  
AEG Energietechnik GmbH, 60528 Frankfurt, DE

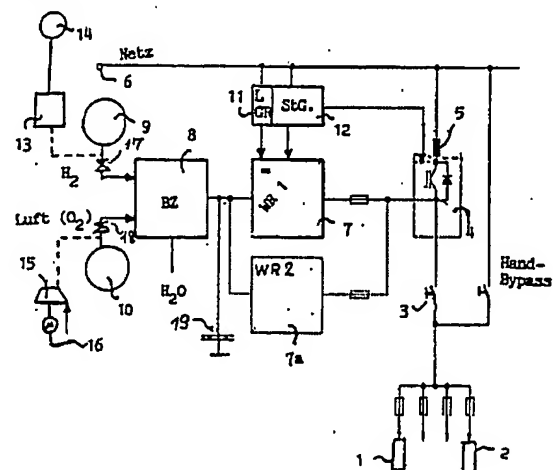
72 Erfinder:  
Kohlstruck, Bernd, Dipl.-Ing., 61267 Neu-Anspach,  
DE; Berg, Norbert, Dr.-Ing., 64295 Darmstadt, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 16 90 027  
DE-A3 39 12 941 A1  
DE 22 50 437 A1  
VIELSTICH: Brennstoffelemente, Verlags Chemie  
GmbH Weinheim/Bergstraße, 1965, S. 368, 369;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung elektrischer Verbraucher

57 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung wenigstens eines elektrischen Verbrauchers, dessen Energie einem Wechselspannungsnetz entnommen wird und der bei Netzausfall von einer Brennstoffzelle mit Energie versorgt wird und besteht darin, daß die Brennstoffzelle (8) mit ihren elektrischen Ausgängen an wenigstens einen Wechselrichter (7) angeschlossen ist, dessen Ausgang mit dem wenigstens einen Wechselspannungsverbraucher (1, 2) und einem einen Schalter (4) enthaltenden Zweig auf der dem Verbraucher zugewandten Schalterseite verbunden ist, daß der Schalter mit einem Wechselspannungsnetz (6) verbunden und bei einem Spannungsabfall des Wechselspannungsnetzes unter eine vorgebbare Schwelle geöffnet und bei über der Schwelle liegender Wechselspannung geschlossen ist und daß die Brennstoffzelle bei über der Schwelle liegender Netzspannung im Stand-By-Betrieb und bei unter der Schwelle liegender Netzspannung in einem Betrieb arbeitet, in dem die vom Verbraucher benötigte Energie über den Wechselrichter (7) eingespeist wird.



DE 195 38 381 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung wenigstens eines elektrischen Verbrauchers, dessen Energie einem Wechselstromversorgungsnetz entnommen wird und der bei Netzausfall von einer Brennstoffzelle mit Energie versorgt wird.

Eine derartige Anordnung ist aus der DE-PS 16 90 027 bekannt. Bei dieser bekannten Anordnung ist ein erster Gleichrichter an ein Wechselspannungsnetz angeschlossen. Dem Ausgang des Vergleichers ist ein Kondensator und ein Verbraucher parallel geschaltet. Der Verbraucher ist weiterhin über einen Schalter an eine Brennstoffzelle angeschlossen. Der Brennstoffzelle ist weiterhin der Ausgang eines zweiten Gleichrichters parallel geschaltet, der ebenfalls vom Wechselspannungsnetz gespeist wird. Der zweite Gleichrichter erzeugt eine der Ausgangsspannung der Brennstoffzelle entsprechende Gegenspannung, um den Gasverbrauch der Brennstoffzelle bei intakter Netzspannung möglichst gering zu halten.

Aus dem Buch "Brennstoffelemente", Verlag Chemie GmbH, Weinheim, Bergstraße, 1965, S. 368, ist es bekannt, Brennstoffzellen als Notstromanlagen einzusetzen.

Unterbrechungsfreie Stromversorgungseinrichtungen werden zur Speisung von Verbrauchern eingesetzt, deren Ausfall aufgrund des Wegfalls der Versorgungsspannung zu einer unzulässigen oder unerwünschten Störung eines Betriebsablaufs führt. Manche Betriebsabläufe sind bereits durch Spannungseinbrüche von kurzer Dauer gefährdet. Spannungseinbrüche in einem Versorgungsnetz können durch Erd- oder Kurzschlüsse, Leitungsunterbrechungen oder Schaltvorgänge entstehen. Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen werden beispielsweise in Krankenhäusern eingesetzt, bei denen ein Ausfall des öffentlichen Netzes Leben und Gesundheit von Menschen gefährden kann. Auch zur Vermeidung von Sachschäden bei Netzausfällen sind unterbrechungsfreie Stromversorgungseinrichtungen zweckmäßig. Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen sind zu unterscheiden von Netzersatzanlagen, die bei längerem Netzausfall die Stromversorgung sicherstellen. Unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen übernehmen bereits bei Netzausfällen von wenigen Millisekunden die Stromversorgung für eine Überbrückungszeit von einigen Minuten bis zu 15 Minuten oder mehr.

Als Energiespeicher für unterbrechungsfreie Stromversorgungsanlagen werden aufladbare Batterien verwendet. Diese Batterien sind bei manchen Anlagen Hauptenergiespeicher und bei anderen Anlagen Kurzzeitspeicher in Verbindung mit Dieselaggregaten. Im allgemeinen werden geschlossene Bleibatterien mit flüssigem Elektrolyt, verschlossene Bleibatterien mit festgelegtem Elektrolyt oder NiCd-Batterien verwendet. In einer unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlage müssen Steuer- und Überwachungseinrichtungen vorhanden sein, mit denen Störungen, die einen Ausfall der Batterie verursachen, erkannt und die Tiefenladung mit Überladung der Batterie verhindert werden.

Durch die Überwachungseinrichtung muß rechtzeitig ein Ausfall der Batterie erkannt und gemeldet werden. Die Ladeeinrichtung muß die Batterie innerhalb einer bestimmten Zeit nach der Entladung wieder aufladen, wodurch die unterbrechungsfreie Stromversorgung für diese Zeit keine Energie aus der Batterie entnehmen

kann.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine unterbrechungsfreie Stromversorgung für Wechselspannungsverbraucher zu entwickeln, die ohne großen Aufwand in kurzer Zeit nach einer unter einen vorgebbaren Grenzwert abgefallenen Netzspannung die Wechselspannung für den Verbraucher erzeugt.

Das Problem wird bei einer Anordnung der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Brennstoffzelle mit ihren elektrischen Ausgängen an wenigstens einen Wechselrichter angeschlossen ist, dessen Ausgang mit einem den wenigstens einen Verbraucher und einem einen Schalter enthaltenden Zweig auf der dem Verbraucher zugewandten Schalterseite verbunden ist, daß der Schalter mit einem Wechselspannungsnetz verbunden und bei einem Spannungsabfall des Wechselspannungsnetzes unter eine vorgebbare Schwelle geöffnet und bei über der Schwelle liegender Wechselspannung geschlossen ist und daß die Brennstoffzelle bei über der Schwelle liegender Wechselspannung im Stand-By-Betrieb und bei unter der Schwelle liegender Wechselspannung in einem Betrieb arbeitet, in dem die vom Verbraucher benötigte Energie über den Wechselrichter eingespeist wird.

Die erfindungsgemäße Anordnung arbeitet im Netz-Wechselrichter-Parallelbetrieb. Der von der Brennstoffzelle gespeiste Wechselrichter arbeitet im Bereitschaftsbetrieb. Bei einer Netzstörung durch Spannungsabfall unter die Schwelle wird der Schalter geöffnet und die Zufuhr der Reaktanden zur Brennstoffzelle schlagartig erhöht. Es hat sich gezeigt, daß die Brennstoffzelle bis zur Öffnung des Schalters den in das niederohmige, gestörte Netz fließenden erhöhten Strom aufbringen kann. Der Schalter ist nach einer Zeitspanne, die von einigen Millisekunden bis einer Zehntelsekunde reichen kann, geöffnet, so daß keine Gefahr einer Überlastung der Brennstoffzelle besteht. In Reihe mit dem Schalter ist zur Entkopplung auf der Netzanschlußseite insbesondere eine Drossel angeordnet.

Vorzugsweise ist ein an das Netz angeschlossener Gleichrichter vorgesehen, der die Leerlaufverluste des Wechselrichters und die Blindleistung während des ungestörten Netzbetriebs deckt. Bei dieser Anordnung wird die von der Brennstoffzelle im Leerlaufbetrieb des Wechselrichters aufzubringende Leistung auf einen sehr geringen Wert reduziert, so daß der Reaktandenverbrauch entsprechend gering ist.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform wird der Brennstoffzelle Wasserstoff und Sauerstoff aus Druckspeichern zugeführt, wobei die Zufuhr im Stand-By-Betrieb gedrosselt und bei Nennbetrieb durch geöffnete Ventile stark ist. Da der Reaktandenverbrauch im Stand-By-Betrieb relativ gering ist, reichen die Gasvorräte dann, wenn keine Netzstörung vorkommt, sehr lange.

Insbesondere ist der Sauerstoff in Luft enthalten, die in einem Druckluftspeicher bereit gehalten wird. Es ist also nicht notwendig, mit reinem Sauerstoff die Brennstoffzelle zu betreiben. Druckluft steht kostengünstig zur Verfügung. Sie kann auch von einem Kompressor erzeugt werden.

Vorzugsweise ist die Brennstoffzelle als Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle ausgebildet. Eine derartige Brennstoffzelle hat eine hohe Leistungsdichte und arbeitet bei Betriebstemperaturen von 80 bis 90°C. Diese Brennstoffzelle kann kurzzeitig vom Stand-By-Betrieb auf volle Nennleistung eingestellt werden und hält für kurze Zeit einer hohen Stromentnahme stand.

Es ist vorteilhaft, die Betriebsbereitschaft der Brennstoffzelle mittels die Drücke der Reaktanden messenden Drucksensoren zu überwachen, die je bei wenigstens einem Grenzwert eine Meldung abgeben, der einer Grenze des Reaktandenvorrats zugeordnet ist. Wenn die Meldung erzeugt wird, kann der Vorrat an Reaktanden ergänzt bzw. aufgefüllt werden. Es ist auch günstig, wenn der Wechselrichter mit einer Strombegrenzung ausgestattet ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben, aus dem sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben.

In der Zeichnung ist im Blockschaltbild eine unterbrechungsfreie Stromversorgung dargestellt.

Eine Anzahl von Verbrauchern 1, 2, die in Fig. 1 durch Widerstandssymbole dargestellt sind, aber auch andere Lasten wie Motoren sein können, sind über einen gemeinsamen Schalter 3 an einen schnell arbeitenden kontaktlosen Schalter 4 angeschlossen, dem eine Drossel 5 zur Netzentkopplung vorgeschaltet ist. Die Drossel 5 ist eingangsseitig mit einem öffentlichen Versorgungsnetz 6 verbunden. In der Figur sind die Schaltungsteile einphasig dargestellt. Es kann sich hierbei aber auch um dreiphasige Verbraucher handeln, d. h. die Versorgung ist dreiphasig ausgelegt.

An den verbraucherseitigen Abgang des kontaktlosen Schalters 4 ist der Ausgang eines Wechselrichters 7 angeschlossen, dessen Einganggleichrichter mit den Elektroden einer Brennstoffzelle 8 verbunden ist.

Parallel zum Wechselrichter 7 können weitere Wechselrichter z. B. 7a geschaltet sein. Die Brennstoffzelle 8 ist an einen Wasserstofftank 9 und an einen Preßlufttank 10 angeschlossen. Zwischen Tank 9 und Brennstoffzelle 10 ist ein steuerbares Ventil 17 und zwischen Tank 10 und Brennstoffzelle ein steuerbares Ventil 18 angeordnet.

Vom Netz 6 wird noch ein Hilfsgleichrichter 11 gespeist, der für eine geringere Leistung als der Wechselrichter 7 ausgelegt wird, bei dem es sich um einen statischen, selbstgeführten, netzsynchronen Wechselrichter 7 handelt. Der Hilfsgleichrichter 11 deckt die Leerlaufverluste des Wechselrichters ab und speist ein Steuergerät 12, das eine Steuerspannung für den kontaktlosen Schalter 4 erzeugt. Dieser wird von der Steuerspannung des Geräts 12 bei vorhandener, ausreichend hoher Netzspannung leitend gesteuert. Bei ungestörtem Netz fließt Strom über die Drossel 5 und den Schalter 4 zu den Verbrauchern. Wenn nach einem Abfall der Netzspannung, die von nicht dargestellten Diskriminatoren überwacht wird, die Verbraucher in kurzer Zeit mit Spannung versorgt werden müssen, arbeitet die Brennstoffzelle 8 im Stand-By-Betrieb, in dem sie z. B. über Bypässen zu den Ventilen 17, 18 Gas zugeführt erhält. Nach der Feststellung eines Spannungseinbruchs der Netzspannung unter eine vorgebbare Grenze wird die Brennstoffzelle 8 durch Öffnen der Ventile 17, 18 schnell auf volle Leistung gebracht, die für die Versorgung der Verbraucher 1, 2 ausreicht. Der kontaktlose Schalter 4 wird geöffnet, damit der Wechselrichter 4 nicht ins Netz 6 Energie einspeist. Bei der Brennstoffzelle 8 handelt es sich um eine Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle. Es hat sich gezeigt, daß eine solche Brennstoffzelle aus dem Stand-By-Betrieb durch rasche Erhöhung der Menge der eingespeisten Reaktanden in kurzer Zeit auf Nennleistung hochgefahren werden kann. Eine kurzzeitige Überlastung beispielsweise bis zur Öffnung des Schalters 4 schadet hierbei nicht. Es

wird ein schnell arbeitender kontaktloser Schalter, der insbesondere mit IGBTs arbeitet, bevorzugt, um schnell die volle Wechselspannung aus dem Wechselrichter 7 und die benötigten Ströme den Verbrauchern 1, 2 zu liefern. Es können auch antiparallel geschaltete Thyristoren verwendet werden, die für manche Anwendungsfälle hinreichend schnell arbeiten. Zum Ausgang der Brennstoffzelle 8 ist ein Kondensator 19 parallel geschaltet. Der Kondensator 19 versorgt die Verbraucher während der kurzen Zeitspanne zwischen dem Abfall der Spannung und dem vollen Betrieb der Brennstoffzelle bzw. dem Öffnen des Schalters 4 mit Energie.

Da der Ladegleichrichter 11 im Stand-By-Betrieb der Brennstoffzelle 8 die Leerlaufverluste des Wechselrichters 7 deckt, der im Parallelbetrieb zum Netz arbeitet, ist der im Stand-By-Betrieb von der Brennstoffzelle 8 Bedarf an Reaktanden nur gering. Bei ungestörtem Netz reicht daher der Vorrat an Wasserstoff und Druckluft sehr lange.

Der Vorrat an Reaktanden ist am jeweiligen Gasdruck in den Tanks 9, 10 feststellbar. Es ist auch zweckmäßig, mittels entsprechenden Meßgeräten die Gasdrücke zu überwachen. So wird vorzugsweise ein Druckmeßgerät verwendet, das zwei Grenzwerte hat. Das Erreichen des ersten Grenzwerts löst eine Meldung aus, die darauf hinweist, daß die Auffüllung des Vorrats an Wasserstoff oder Luft zweckmäßig ist. Bei diesem Grenzwert ist aber noch eine einwandfreie Betriebsweise der Stromversorgungseinrichtung möglich. Der zweite Grenzwert löst eine Meldung aus, die anzeigt, daß der Druck für den einwandfreien Betrieb nicht mehr ausreicht. Eine entsprechende Meldung kann den Wechselrichter auch sperren.

An den Eingang der Brennstoffzelle für das Brenngas ist weiterhin ein Reformer 13 angeschlossen, der über nicht dargestellte Dosierpumpen von einem Methanoltank 14 gespeist werden kann. Der Eingang der Brennstoffzelle für Sauerstoff ist weiterhin mit einem Kompressor 15 verbunden, der von einem Motor 16 angetrieben wird.

Die Versorgung der Brennstoffzelle 8 aus dem Wasserstofftank 8 und dem Drucklufttank 10 reicht für eine gewisse Überbrückungszeit, z. B. bis zu 15 oder 30 Minuten, aus. Wenn die Netzspannung länger ausfällt, übernehmen der Methanoltank 14 und der Kompressor 15 die Versorgung mit Reaktanden. Mit Hilfe der zusätzlichen Einspeisemittel ist also eine Langzeitüberbrückung möglich. Für die Umschaltung von Kurzzeit- auf Langzeitüberbrückung sind in den entsprechenden Leitungen z. B. Magnetventile angeordnet, die z. B. als Verbraucher vom Wechselrichter 7 gespeist werden.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung wenigstens eines elektrischen Verbrauchers, dessen Energie einem Wechselspannungsnetz entnommen wird und der bei Netzausfall von einer Brennstoffzelle mit Energie versorgt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle (8) mit ihren elektrischen Ausgängen an wenigstens einen Wechselrichter (7) angeschlossen ist, dessen Ausgang mit dem wenigstens einen Wechselspannungsverbraucher (1, 2) und einem einen Schalter (4) enthaltenden Zweig auf der dem Verbraucher zu gewandten Schalterseite verbunden ist, daß der Schalter mit einem Wechselspannungsnetz (6) verbunden und bei einem Spannungsabfall des Wech-

selspannungsnetzes unter eine vorgebbare Schwelle geöffnet und bei über der Schwelle liegender Wechselspannung geschlossen ist und daß die Brennstoffzelle bei über der Schwelle liegender Netzspannung im Stand-By-Betrieb und bei unter der Schwelle liegender Netzspannung in einem Betrieb arbeitet, in dem die vom Verbraucher benötigte Energie über den Wechselrichter (7) eingespeist wird.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (4) in Reihe mit einer Drossel (5) geschaltet ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein an das Netz (6) angeschlossener Gleichrichter (11) vorgesehen ist, der die Leerlaufverluste des Wechselrichters (7) und die Blindleistung während des ungestörten Netzbetriebs deckt.

4. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoffzelle (8) Wasserstoff und Sauerstoff aus Druckspeichern (9, 10) zugeführt wird.

5. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sauerstoff in Luft enthalten ist, die in einem Druckluftspeicher bereit gehalten wird.

6. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle eine Polymer-Elektrolytmembran-Brennstoffzelle ist.

7. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Betriebsbereitschaft der Brennstoffzelle mittels der Drücke der Reaktanden messenden Drucksensoren überwachbar ist, die je bei wenigstens einem Grenzwert eine Meldung abgeben, der einer Grenze des Reaktandenvorrats zugeordnet ist.

8. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktanden bei Langzeitüberbrückung von einem Kompressor (15) und aus einem Methan zu Wasserstoff reformierenden Gerät geliefert werden.

9. Anordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zu dem Ausgang der Brennstoffzelle (8) ein Kondensator (19) parallel geschaltet ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

